

การวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนเกษตรกร
ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

Forecast Analysis of Debt from Household Accounting of Farmers
by Using the Neural Network Technique

รุจิรา จุลภักดิ์^{1*}, จีรภา เพชรพัฒนานัน² และ ศิริเรือง พัฒน์ช่วย³

Rujira Jullapak^{1*}, Jeerapa Petchwattananone² and Siriruang Phatchuay³

สาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก^{1,2}

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์³

Information System, Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of
Technology Tawan-ok^{1,2}

Computer Engineering Technology, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology
Rattanakosin³

E-Mail: rujira_ju@mutto.ac.th, j_pet2002@hotmail.com, siriruang.pha@mutr.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร 2) นำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรเพื่อวางแผนการใช้จ่ายในครัวเรือน และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจขององค์ความรู้ที่เกษตรกรได้รับและสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ของนิวรอลเน็ตเวิร์คมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเก็บรวบรวมจากเกษตรกร ประกอบด้วยข้อมูลรายรับรายจ่ายของเกษตรกร จำนวน 100 ครัวเรือน ระยะเวลาในการจัดเก็บ 1 ปี รวมข้อมูลทั้งสิ้น 36,500 ชุดข้อมูล มี 17 ปัจจัย ได้แก่ ข้อมูลเงินได้สุทธิ เงินเก็บก่อนใช้ อื่นๆ ค่าอาหาร ค่าที่พัก ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าเครื่องนุ่งห่ม ค่ายา ค่ายานพาหนะ ค่าลอตเตอรี่ ค่าการพนัน ค่าสุรา ค่าบุหรี เงินต้นหนี้สิน ดอกเบี้ย ค่าท่องเที่ยว ค่าทำบุญ เพื่อใช้ในการทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้

ผลการวิจัยพบว่า จำนวนโครงข่ายประสาทเทียมที่อยู่ในโครงสร้างถูกจัดเรียงในลักษณะการเรียนรู้แบบแพร่กระจายไปข้างหน้า (Feed-Forward Neural Network) โดยมีค่าเฉลี่ยของความถูกต้องเท่ากับ 99.1537% , ค่าความผิดพลาดจากการจำแนกกลุ่ม เท่ากับ 0.8463% ซึ่งผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ระดับมากและทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัย สามารถนำไปเผยแพร่ไปสู่ประชากรเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งาน การประเมินความพึงพอใจของโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนจากกลุ่มเกษตรกร โดยมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D.= 0.35) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่าประเด็นผลการพยากรณ์สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจ มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.68$, S.D.= 0.56) อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: หนี้สิน , บัญชีครัวเรือน , การพยากรณ์ , โครงข่ายประสาทเทียม

ABSTRACT

The objectives of the research were to 1) to design and develop an artificial neural network for forecasting agricultural debt 2) to disseminate the knowledge gained from the research to farmers to plan household spending and 3) To assess the satisfaction of knowledge received by farmers and to apply them to benefit. The theory of Neural Networks was applied to predict the debt of household accounting. The 36,500 information copies were collected from 100 farmers for one year. The data sets consisted of 17 factors included net income, saving before spending money, other expenses, food bill, accommodation cost, water and electricity bill, clothing cost, vehicle

cost, cost of medicine l, lottery fee, gambling cost, liquor cost, cigarette cost, debt, interest cost, travel expenses, and making merit pay.

The number of neural network was arranged in the form of Feed-Forward Neural Network in average accuracy with 99.1537%, and the error of classification was 0.8463%. According to the research findings, the forecasting was shown at a high level. The result was created new knowledge and could be published to apply for the farmers. The assessment of satisfaction of forecasting model was rated at the highest level (\bar{X} = 4.54, S.D.= 0.35) as a whole. Considering each aspect, it was shown that the forecasting model could be applied for decision making which was rated at the highest level (\bar{X} =4.68, S.D. =0.56).

Keywords: Debt, Household bookkeeping, Forecast analysis, Neural network

บทนำ

สมาชิกในครัวเรือนถือเป็นองค์ประกอบหลักของการบริหารจัดการรายได้ที่ครอบครัวได้รับเป็นประจำในแต่ละเดือน นำไปสู่การบริหารจัดการรายได้และควบคุมค่าใช้จ่ายให้เพียงพอกับสมาชิกในครัวเรือน โดยครัวเรือนที่มีสมาชิกที่เป็นหนี้เพื่อการบริโภคสินค้า การกู้ธนาคาร หรือหนี้ในระบบ ซึ่งสามารถคาดการณ์ถึงการเกิดหนี้ในอนาคตได้อย่างแน่นอน [1] ทำให้หัวหน้าครอบครัวและสมาชิกในครัวเรือนจำเป็นต้องมีการควบคุมค่าใช้จ่ายที่มีประจำและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มเข้ามาในแต่ละช่วงเวลาซึ่งมีทั้งจำเป็นและไม่จำเป็นดังนั้นการวางแผนกลยุทธ์ทางการเงินในครัวเรือนถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับช่วยจัดการความเสี่ยงเพื่อไม่ให้มีหนี้สินและหาแนวทางป้องกันได้อย่างถาวร [2] การทำบัญชีรายรับ-รายจ่ายของครัวเรือนถือเป็นสิ่งสำคัญทำให้รู้ที่มาที่ไปของเงินที่ใช้จ่ายในแต่ละวัน และเป็นตัวช่วยที่ดีที่ทำให้เกิดความยืดหยุ่นสำหรับครอบครัวที่มีรายได้น้อย ทำให้สามารถช่วยจัดสรรจำนวนเงินได้ดีเพิ่มขึ้นตามปัจจัยที่มีความสำคัญของการใช้จ่าย [3] อีกทั้งการพยากรณ์หนี้สินในครัวเรือนก็สามารถช่วยลดปัจจัยของค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นออกได้ โดยการนำข้อมูลค่าใช้จ่ายที่ครัวเรือนต้องรับผิดชอบในแต่ละเดือน เช่น ค่าปุ๋ย ค่าเครื่องมือทางการเกษตร ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าเชื้อเพลิงในครัวเรือน ค่าเดินทาง ค่าน้ำมันรถ ค่าเสื้อผ้า ค่าอินเทอร์เน็ต ค่าเสริมสวย ความงาม [4, 5] จากปัจจัยรายการค่าใช้จ่ายที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบรายเดือน รายปี ที่มีจำนวนมากมาย โดยมีทั้งรายการค่าใช้จ่ายเดิมและค่าใช้จ่ายใหม่ที่เพิ่มเข้ามาตลอดเวลา เพื่อให้มีการบริหารรายได้ของครัวเรือนตลอดจนการวางแผนกลยุทธ์การด้านการเงิน ผู้วิจัยจึงนำหลักการทำให้เหมือนข้อมูลมาประยุกต์ใช้โดยเลือกเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม [6, 7] เพื่อช่วยคาดการณ์การเกิดหนี้จากปัจจัยค่าใช้จ่ายและต้นทุนของปัจจัยเครื่องมือในการลงทุนเพื่อประกอบอาชีพ โดยได้แนวคิดนำมาวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินบัญชีครัวเรือนเกษตรกร เพื่อเกษตรกรสามารถวางแผนการเงินในครัวเรือนและลดปัจจัยค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น นำไปสู่การใช้ชีวิตให้สอดคล้องกับแนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างยั่งยืน [8]

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร
2. นำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรเพื่อวางแผนการใช้จ่ายในครัวเรือน
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจขององค์ความรู้ที่เกษตรกรได้รับและสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บัญชีครัวเรือน (Household Bookkeeping) เป็นการจดบันทึกรายละเอียดของการใช้จ่ายรวมทั้งรายได้และค่าใช้จ่าย ทำให้สมาชิกในครอบครัวได้รับรู้ถึง รายรับ รายจ่าย หนี้สิน และจำนวนเงินคงเหลือของแต่ละวัน ทำให้สมาชิกในครอบครัวสามารถนำไปวางแผนการใช้จ่ายในครัวเรือนได้ รวมถึงการตัดรายการค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นทิ้ง เพื่อลดภาระหนี้สินที่เพิ่มขึ้นได้และมีเงินเก็บไว้ใช้ในอนาคต โดย สุนีย์รัตน์ วุฒิจินดานนท์ [9] ได้ศึกษากระบวนการเรียนรู้การจัดทำบัญชีครัวเรือนอย่างยั่งยืนของเกษตรกร โดยแบ่งกระบวนการเรียนรู้ในการจัดทำบัญชีครัวเรือนของเกษตรกร 2 ขั้นตอน คือ การประเมินทางเลือก และการติดตามและประเมินผล การดำเนินการทำบัญชีครัวเรือนของเกษตรกรก็สามารถทำได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2.2 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลโดยข้อมูลนั้นต้องผ่านกระบวนการรวบรวมและเตรียมข้อมูล (Data Collection and Preparation) ก่อนที่นำข้อมูลไปทดสอบหลายหลักการ เช่น เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning), สถิติ, เทคนิคการสร้างภาพ (Visualization Techniques) การเรียนรู้แบบเชิงลึก (Deep Learning) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เหมาะกับลักษณะกลุ่มข้อมูลขนาดใหญ่และมีความซับซ้อน เพื่อนำไปดำเนินการตามลักษณะเฉพาะของเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลแต่ละแบบ โดยนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงานและเกิดประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุด [10]

2.3 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) เป็นวิธีที่ให้ประสิทธิภาพและความแม่นยำในด้านการพยากรณ์หรือใช้ในการคาดการณ์ข้อมูลด้านการเงิน การลงทุน สภาวะหนี้สิน ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถเรียนรู้จากตัวอย่างและทำให้เป็นรูปแบบทั่วไป (Generalize) ด้วยกฎการเรียนรู้ (Learning rule) ทำให้สามารถรู้จำและจำแนกรูปแบบข้อมูลนำเข้า (Input) แบบใหม่ที่ไม่รู้จักมาก่อนได้ สำหรับการพยากรณ์คำนวณจากค่าต่าง ๆ ของปัจจัยที่มีอิทธิพล โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ Learning Rate อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ค่า Momentum อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 และค่า Training Cycle ที่ 300, 500, 800, 1,000 และ 1,500 โดย Slavici, Maris, & Pirtea [11] กำหนดค่าอยู่ที่ 50, 100, 200 or 500 สำหรับนำไปทดสอบความแม่นยำในการพยากรณ์การล้มละลายทางด้านการเงิน

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่นำข้อมูลของเกษตรกรมารวบรวมไว้เพื่อพยากรณ์หรือคาดการณ์ด้วยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำองค์ความรู้ที่ได้มาเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับครัวเรือนอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและรายการค่าใช้จ่ายของเกษตรกร
- 1.2 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเป็นโมเดลในการจำลองการพยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนเกษตรกร
- 1.3 โปรแกรม WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) ใช้สำหรับการทำเหมืองข้อมูล โดยทำการดึงข้อมูลมาวิเคราะห์และสร้างโมเดลสำหรับการพยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนเกษตรกร
- 1.4 แบบประเมินความพึงพอใจของโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร

2. กลุ่มเป้าหมาย

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยการวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนเกษตรกรด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม โดยเก็บข้อมูลปัจจัยรายรับรายจ่ายของเกษตรกรซึ่งเป็นข้อมูลแบบitudinal ดังนี้

- 2.1 ข้อมูลรายรับรายจ่ายของ 100 ครัวเรือน ระยะเวลา 1 ปี รวมเป็น 36,500 ชุดข้อมูล

2.2 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 ครั้วเรือน ใช้ระยะเวลา 1 เดือน เพื่อประเมินความพึงพอใจในการนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนรายรับรายจ่ายของครอบครัวเกษตรกร

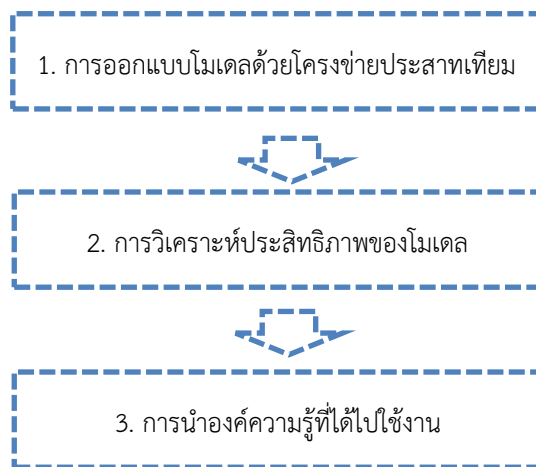
3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ให้ระบุขั้นตอน หรือระยะที่ดำเนินการวิจัยเป็นข้อ ๆ ตามลำดับการวิจัย

จากการศึกษาปัญหา ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าจากปัญหาเรื่องหนี้สินของเกษตรกร การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่าย และการลดลงของรายได้เกษตรกร หากสามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์ว่ามีปัจจัยใดที่มีผลต่อการเกิดหนี้สินจะส่งผลต่อการวางแผนค่าใช้จ่าย ดังนั้นผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ กรอบแนวคิดของงานวิจัย และ กรอบแนวคิดการวิจัยของแบบจำลอง



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

การออกแบบกรอบแนวคิดการวิจัยที่อิงตามแนวคิดการค้นหาค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Database, KDD) ที่ใช้ในการสกัดความรู้จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ จากภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัยของแบบจำลองการพยากรณ์หนี้สินครั้วเรือนของเกษตรกรโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม แบบหลายชั้นสามารถแบ่งเป็น 3 กระบวนการ ดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัยของแบบจำลอง

1) การออกแบบโมเดลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์หนี้สินครั้วเรือนเกษตรกร ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่มาจาก การจดบันทึกบัญชี

ครัวเรือน ได้แก่ รายได้ประเภทต่าง ๆ และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เพื่อนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์หนี้สินครัวเรือน
เกษตรกร กระบวนการรวบรวมข้อมูลและเตรียมข้อมูล สามารถแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการย่อย ดังนี้

1.1) การบันทึกข้อมูลบัญชีครัวเรือน (Data Selection) กลุ่มตัวอย่างข้อมูลบัญชีครัวเรือน โดย
กำหนดชื่อแอททริบิวต์ไว้ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กำหนดชื่อแอททริบิวต์

ชื่อแอททริบิวต์	ความหมาย
net income	รายได้หลัก เช่น ค่ากรีดยาง
InSavings	เงินเก็บคงเหลือ
InOther	รายได้อื่นๆ
cfood	ค่าอาหาร
cHouse	ค่าเช่าบ้าน
cElectric	ค่าน้ำค่าไฟ
cClothes	ค่าเสื้อผ้า
cVehicle	ค่าพาหนะ
cMedicine	ค่ายา
exlottery	ค่าล็อตเตอรี่
exGambling	ค่าการพนัน
exalcohol	ค่าเหล้า
excigaret	ค่าบุหรี่
cinterest	ค่าดอกเบี้ย
ctravel	ค่าท่องเที่ยว
cmake	ค่าทำบุญ
cdebt	หนี้สิน

1.2) การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) โดยกรองข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์
พบว่า มีข้อมูลบางเรคคอร์ดที่มีค่าว่างหรือมีค่าสูญหาย (Missing value) จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจึง
นำค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละรายการมาแทนที่ค่าข้อมูลที่มีค่าว่างหรือค่าสูญหาย

1.3) การแปลงรูปแบบข้อมูล (Data Transformation) โดยแปลงแฟ้มข้อมูลจากรูปแบบ
Spreadsheet File ให้อยู่ในรูปแบบ Comma Separate Values (CSV) เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง
การพยากรณ์ต่อไป

2) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม

เมื่อได้ข้อมูลสำหรับนำเข้าแล้วจะทำการหาโครงสร้างที่เหมาะสมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ
หลายชั้นบนโปรแกรม WEKA กำหนดรอบในการทดสอบสำหรับแต่ละโครงสร้าง 5,000 โดยกำหนดกฎเกณฑ์การ
เลือกโครงสร้างที่ดีที่สุด คือ ค่าผิดพลาดของข้อมูลทดสอบเมื่อได้โครงสร้างที่ดีที่สุดแล้วจึงฝึกสอนและทดสอบ โดย
กำหนดการฝึกสอนเป็นแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ปรับค่าเรียนรู้และโมเมนตัมให้เหมาะกับงานวิจัย
หลังจากนั้นทำการสร้างแบบจำลองเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)
แล้วนำผลการพยากรณ์ไปประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำของแบบจำลอง ประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

2.1) การแบ่งชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโมเดล ได้แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้ใน
การเรียนรู้และกลุ่มที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อให้การทดสอบมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธี 10-fold Cross

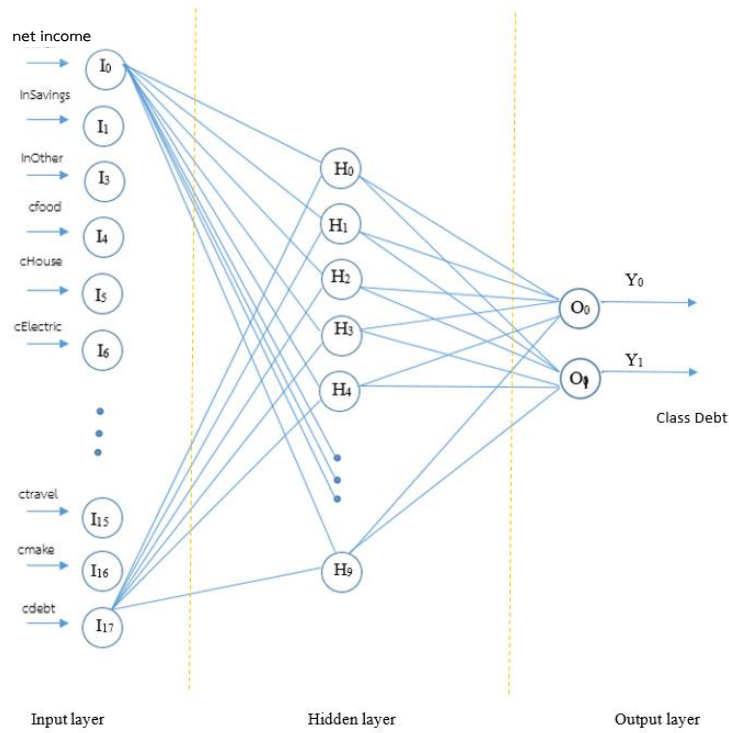
Validation ในการแบ่งชุดข้อมูล โดยเริ่มจากการแบ่งชุดข้อมูลทั้งหมดในชุดข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน ข้อมูลในแต่ละส่วนจะผลัดกันไปเป็นข้อมูลทดสอบ ในขณะที่อีก 9 ส่วนที่เหลือถูกใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ ดังนั้นการทดสอบจะต้องทำทั้งหมด 10 ครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 3

ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่	ครั้งที่
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

ภาพที่ 3 ตัวอย่างวิธี 10 fold cross validation

จากนั้นทำการคัดเลือกข้อมูลและทำการบ่งชี้ชุดข้อมูลที่ไม่อยู่ในสภาวะปกติ (Outliers) แล้วทำการแปลงไฟล์ให้เป็นไฟล์ .csv เพื่อนำเข้าไฟล์ข้อมูลและแปลงให้เป็นไฟล์ .arff โดยใช้ โปรแกรม WEKA เพื่อนำมาสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

2.2 ทดสอบประสิทธิภาพ โดยพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นที่ใช้ลักษณะการเรียนรู้แบบแพร่กระจายไปข้างหน้า (Feed-Forward Neural Network) โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ learning rate อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ค่า Momentum อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 และค่า Training Cycle ที่ 300, 500, 800, 1,000 และ 1,500 โดยโดยใช้ข้อมูลนำเข้าจำนวน 17 แอททริบิวต์ เพื่อพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

อินพุต (input) แต่ละตัวจะมีค่าน้ำหนัก (weight) สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการสุ่มค่าน้ำหนัก โดยมีค่าตั้งแต่ 0 - 1 และนำมาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$net_j = \sum_{i=0}^{n-1} W_{ji} X_i \quad (1)$$

$$H_j = \frac{1}{1+e^{-net_j}} \quad (2)$$

โดยค่า net_j ได้มาจากการหาผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนัก (W_{ji}) คูณด้วยค่าอินพุต (X_i) จากทุกค่า โดยเริ่มตั้งแต่ i_0 ถึง i_{16} จากการหาผลรวมของค่าอินพุตคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักที่สุ่มขึ้นมา ค่าแรกเป็น net income คูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักที่สุ่มมาบวกกับค่า InOther คูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักที่สุ่มมา ทำจนครบทุกค่าจนอินพุตสุดท้ายค่า cdebt คูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักที่สุ่มมาได้ ก็จะได้ค่า net_j จากนั้นนำค่า net_j มาคำนวณค่าเพื่อหาค่าในตำแหน่งของ H_j ของแต่ละ hidden โหนด

$$net_k = \sum_{j=1}^m W_{kj} H_j \quad (3)$$

$$O_k = \frac{1}{1+e^{-net_k}} \quad (4)$$

ค่า net_k ได้มาจากการหาผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนัก (W_{kj}) คูณด้วยค่าอินพุต (H_j) โดยการคำนวณดังวิธีการข้างต้น จากนั้นนำค่า net_k มาคำนวณค่าเพื่อหาค่าในตำแหน่งของ O_k การคำนวณหาค่าความผิดพลาดสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^p (y_k - O_k)^2 \quad (5)$$

4. การนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้งาน

จากการทดสอบโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมหนึ่งสัปดาห์เรียนเกษตรกร พบว่า ค่าใช้จ่ายที่เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดหนี้สิน มี 3 ปัจจัยหลัก คือ ค่ารถเตอร์ ค่าการพนัน และค่าดอกเบี้ย ผู้วิจัยจึงนำองค์ความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่ให้เกษตรกรได้รับรู้ โดยยกตัวอย่างกรณีที่เกิดหนี้สินพร้อมทั้งอธิบายเกี่ยวกับรายได้และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อให้เกษตรกรได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขและวางแผนการใช้จ่ายในอนาคตต่อไป

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ สถิติพื้นฐาน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ [12]

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย
 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยในส่วนนี้นำเสนอโมเดลของการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ที่ใช้ลักษณะการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation) และการตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลที่ใช้ในการการวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนเกษตรกร ดังนี้

1. แบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ Learning Rate อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ค่า Momentum อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 และค่า Training Cycle ที่ 300, 500, 800, 1,000 และ 1,500 จากการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์พบว่า แบบจำลองการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้น กำหนดค่า Learning Rate เท่ากับ 0.3 ค่า Momentum เท่ากับ 0.2 และค่า Training Cycle เท่ากับ 5,000 ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดโดยตัวอย่างแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

2. ความถูกต้องของโมเดลการพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร เมื่อได้โครงสร้างที่เหมาะสมจากนั้นจึงทำการออกแบบการทดลองเพื่อค้นหาอัตราการเรียนรู้ และโมเมนตัมที่ให้ค่าผิดพลาดในการพยากรณ์ต่ำที่สุด โดยการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล 2 ปัจจัย 9 ระดับ โดยกำหนดอัตราการเรียนรู้มี 10 ระดับคือ 0.01-0.10 และโมเมนตัม มีค่า 0.1-0.9 ทำการทดสอบพยากรณ์ 90 คาบเวลาล่าสุดจากข้อมูลชุดฝึกสอนและหาค่าผิดพลาดเฉลี่ย จากการทดสอบพบว่า ค่าความถูกต้องเท่ากับ 99.1537% และค่าผิดพลาดที่ต่ำสุดเท่ากับ 0.8463% แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการพยากรณ์โมเดลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F- Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	Class
	1.000	0.018	0.985	1.000	0.992	0.983	0.993	0.990	No
	0.982	0.000	1.000	0.982	0.991	0.983	0.993	0.9906	Yes
Weighted avg.	0.992	0.010	0.992	0.992	0.992	0.983	0.993	0.993	
Correctly Classified Instances 99.1537 %									
Incorrectly Classified Instances 0.8463 %									

1. การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลและการนำไปใช้ประโยชน์

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่จริงโดยนำโมเดลไปทดสอบกับกลุ่มเกษตรกรในเขตพื้นที่ตำบลโคกสัก เป็นการลงพื้นที่ที่เกิดจากการสัมภาษณ์และสอบถามข้อมูลจากเกษตรกรโดยตรง ในช่วงต้นเดือนและกลางเดือนเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่เกษตรกรในแต่ละพื้นที่ต้องดำเนินการชำระหนี้ให้กับกองทุนหมู่บ้าน ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความหลากหลายเพื่อนำไปทดสอบกับโมเดล



ภาพที่ 3 การถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน

ผลจากการวิจัยตามวัตถุประสงค์ คือ การสร้างโมเดลการวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนเกษตรกรด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมนั้น ผลการลงพื้นที่โดยประเมินความพึงพอใจและเกษตรกรได้เห็นถึงผลการพยากรณ์หนี้สิน ทำให้เกษตรกรเห็นถึงปัจจัยที่ไม่มีความจำเป็น เช่น ค่าลอตเตอรี่ ที่ซื้อเดือนละ 2 ครั้ง ค่าการพนันที่สามารถเลิกได้ แต่ปัจจัยที่มีความสำคัญคือ เงินต้นหนี้สิน และดอกเบี้ย ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกษตรกรไม่สามารถลดได้ เนื่องจากภาระหนี้สินที่มีอย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลที่ทำกรสอบถามจากเกษตรกรนำเข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อวัดประสิทธิภาพการใช้งานของโมเดลประกอบด้วย 5 รายการ แสดงดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร ตำบลโคกสัก

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความน่าเชื่อถือของผลการพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร	4.56	0.51	มากที่สุด
2. ผลการพยากรณ์ตรงกับความเป็นจริงของสถานะหนี้สิน	4.52	0.65	มากที่สุด
3. ผลการพยากรณ์สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจ	4.68	0.56	มากที่สุด
4. เกษตรกรพึงพอใจกับผลการพยากรณ์ที่แสดง	4.32	0.69	มาก
5. เกษตรกรสามารถวางแผนการใช้จ่ายได้ในอนาคต	4.60	0.50	มากที่สุด
โดยรวม	4.54	0.35	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ผลแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการประเมินความพึงพอใจของระบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร ในตำบลโคกสัก อำเภอบางแก้ว โดยมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.35) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า มี 4 ประเด็นที่ให้ผลอยู่ในระดับมากที่สุด คือ 1. ผลการพยากรณ์สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจ ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.56) 2. เกษตรกรสามารถวางแผนการใช้จ่ายได้ในอนาคต ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.50) 3. ความน่าเชื่อถือของผลการพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกร ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.51) 4. ผลการพยากรณ์ตรงกับความเป็นจริงของสถานะหนี้สิน ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.65) และสำหรับระดับความคิดเห็นที่มีค่ามาก มีเพียง 1 ประเด็น คือ เกษตรกรพึงพอใจกับผลการพยากรณ์ที่แสดง ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.69)

อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งทำการอภิปรายผลการวิจัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จากข้อมูลบัญชีครัวเรือนของกลุ่มเกษตรกรเขตพื้นที่ตำบลโคกสัก ที่มีสถานะหนี้สินกับธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร และกองทุนหมู่บ้านอยู่ในอัตราส่วนที่ค่อนข้างสูง การวางแผนการทำบัญชีครัวเรือนถือเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต โดยการทำให้บัญชีครัวเรือนจะต้องมีการบันทึกรายรับและรายจ่ายเป็นประจำเพื่อให้สามารถนำไปวางแผนและลดปัจจัยค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นทั้ง สอดคล้องกับ นลินี อัครวิติสกุล, กิ่งแก้ว บุญสุข, และ นิตินันท์ อัครวิติสกุล และ วาริพิน มงคลสมัย [13,14] ดังนั้นเกษตรกรควรมีการวางแผนและพัฒนาบัญชีครัวเรือนอย่างต่อเนื่องและให้ตรงกับความเป็นจริงที่สามารถนำไปวางแผนค่าใช้จ่ายได้ในอนาคต โดยปัจจัยค่าใช้จ่ายที่ได้จากการบันทึกบัญชีครัวเรือนของเกษตรกรของตำบลโคกสัก เช่น ค่าอาหาร ค่าที่พัก ค่าน้ำค่าไฟ ค่าเครื่องนุ่งห่ม ค่ายา ค่ายานพาหนะ ค่าสื่อเตอร์ ค่าการพนัน ค่าสุรา ค่าบุหรี่ เงินต้นหนี้สิน ดอกเบี้ย ค่าท่องเที่ยว ค่าทำบุญ สอดคล้องกับ วาริพิน มงคลสมัย [15] การจัดทำบัญชีข้อมูลรายรับและรายจ่ายของประชาชนในตำบลห้วยทราย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ รายรับจากการปลูกพืชทางการเกษตร เบี้ยผู้สูงอายุรับจ้าง และผลิตภัณฑ์จากผ้าใยกล้วย และรายจ่าย ได้แก่ ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าอาหารของใช้/เสื้อผ้า ค่าโทรศัพท์ ค่ายา ค่าพาหนะ ค่าฌาปนกิจค่าทำบุญ ค่าปุ๋ย ค่าเครื่องสำอาง ค่าส่งบุตรเรียนหนังสือ ค่าผ่อนรถ ของผ้าป่า ค่าประกัน และภาษีสังคม ทำให้เห็นถึงปัจจัยแต่ละอย่างที่เหมาะสมและแตกต่างกันของเกษตรกรแต่ละครัวเรือน ด้วยปัจจัยค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นที่ทำให้เกษตรกรมีภาระหนี้สินเพิ่มขึ้น

2. การนำหลักการทำให้เหมือนข้อมูลมาช่วยในการวางแผนบัญชีครัวเรือนของเกษตรกร ด้วยการวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนเกษตรกรด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นที่ใช้ลักษณะการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (back propagation) เป็นไปตามวัตถุประสงค์ คือ การออกแบบและพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับพยากรณ์หนี้สินของเกษตรกรให้มีความแม่นยำผิดพลาดน้อยที่สุด โดยค่าความถูกต้องเท่ากับ

99.1537% และค่าผิดพลาดเท่ากับ 0.8463% สอดคล้องกับ Hosaka [16] ในการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาทำนายการล้มละลายทางการเงินจากปัจจัยด้านต่าง ๆ เช่น ราคาหุ้น ทั้งนี้ในส่วนของปัจจัยค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรยังมีในครัวเรือนแบบซ้ำๆ ยังสอดคล้องกับ Tsai et al. [17] ในการพยากรณ์รายการทางการเงินที่ผิดปกติที่ยังคงมีความผิดพลาดแบบเดิม

3. การประเมินความพึงพอใจของโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์พยากรณ์หนี้สินจากบัญชีครัวเรือนจากกลุ่มเกษตรกร ประกอบด้วย 5 รายการ โดยมีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, S.D. = 0.35) เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่าประเด็นผลการพยากรณ์สามารถนำไปประกอบการตัดสินใจ มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.56) อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ Bhandari, Mammadov, & Thevenot [18] ที่ได้ศึกษาถึงศึกษาผลกระทบของผู้บริหารในการถือครองหนี้ต่อการคาดการณ์ของนักวิเคราะห์การเงิน โดยเปรียบเทียบและดูความแม่นยำของการคาดการณ์ในช่วยลดความผันผวนของรายได้ และสร้างรายได้ที่คาดเดาได้มากขึ้น จากผลงานวิจัยและองค์ความรู้ที่ได้สามารถนำไปขยายผลทางด้านงานวิชาการและนำไปประยุกต์ใช้กับเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ของแต่ละจังหวัดให้เกิดการวางแผนการใช้จ่ายเงิน เพื่อให้สอดคล้องกับเศรษฐกิจพอเพียงได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงจากกลุ่มเกษตรกร ซึ่งข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงทุกปี ดังนั้นจากการทดสอบโมเดลที่ได้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับนำไปปรับใช้กับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายของเกษตรกรในอนาคตดังนี้

1. ควรเพิ่มปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วยในการพยากรณ์ของการก่อหนี้ที่มีมาเกิดจากสาเหตุใด เพื่อนำผลที่ได้มาหาแนวทางแก้ไขปัญหานี้สินให้เกษตรกร เช่น ปัจจัยด้านการค่าเล่าเรียนบุตร หรือปัจจัยจากการใช้สื่อทางสังคมออนไลน์ในปัจจุบัน
2. ปัจจัยบางอย่างสามารถจัดกลุ่มของปัจจัยให้กระชับขึ้น เพื่อให้โมเดลการพยากรณ์ที่มีทำการประมวลผลตัดสินใจได้เร็วขึ้น ทำให้ค่าพยากรณ์ที่ของโมเดลมีความเป็นกลาง
3. ควรเพิ่มการเปรียบเทียบกับโมเดลในรูปแบบอื่น เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของความแม่นยำในแต่ละโมเดล
4. ควรนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้งานในอนาคต เพื่อจะได้เห็นความเปลี่ยนแปลงของจำนวนหนี้สินที่เกิดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Białowolski, P. (2017). Forecasting household debt with latent transition modelling. *Applied Economics Letters*, 24(15), 1088-1092.
- [2] Kriebel, J., & Yam, K. (2019). Forecasting recoveries in debt collection: Debt collectors and information production. *European Financial Management*, 26(3), 537-559. <https://doi.org/10.1111/eufm.12242>
- [3] Grinstein-Weiss, M., & Bufe, S. (2019). Financial shocks and financial well-being: which factors help build financial resiliency in lower-income households?. *Social Policy Institute. St. Louis, MO: Washington University in St. Louis.*
- [4] Lein, A. A., & Setiawina, N. D. (2018). Factors affecting the fishermen household income and welfare. *International research journal of management, IT and social sciences*, 5(4), 80-90.

- [5] Sugiarto, S., Lulusi, L., Mutiawati, C., Saleh, S. M., A'yuni, Q., & Iskandar, I. (2020). An exploration of factor affecting household's travel cost budget considering household life stages applying to urban bus ridership. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 9(1), 12-21. doi: <https://doi.org/10.13170/aijst.9.1.16405>
- [6] Vukovic, D., Vyklyuk, Y., Matsiuk, N., & Maiti, M. (2020). Neural network forecasting in prediction Sharpe ratio: Evidence from EU debt market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 542(issue C). doi: [10.1016/j.physa.2019.123331](https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123331)
- [7] Yang, T., & Weihong, G. (2018). Cost risk analysis of metro shield construction based on factor analysis and BP neural network. *Science Technology and Engineering*, 18(14), 256.
- [8] Barua, P., & Tejavivaddhana, P. (2019). Impact of application of sufficiency economy philosophy on the well-being of Thai population: A systematic review and meta-analysis of relevant studies. *Journal of Population and Social Studies [JPSS]*, 27(3), 195-219. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jpss/article/view/139845>
- [9] สุนีย์รัตน์ วุฒิจินดามานนท์. (2560). การศึกษากระบวนการเรียนรู้การจัดทำบัญชีครัวเรือนอย่างยั่งยืนของเกษตรกร. *วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 10(3), 61-69. <http://www.journal.nu.ac.th/JCDR/article/view/1947>
- [10] Feng, Z., & Zhu, Y. (2016). A survey on trajectory data mining: Techniques and applications. *IEEE Access*, 4, 2056-2067.
- [11] Slavici, T., Maris, S. & Pirtea, M. (2016). Usage of artificial neural networks for optimal bankruptcy forecasting. Case study: Eastern European small manufacturing enterprises. *Quality & Quantity*, 50, 385-398. <https://doi.org/10.1007/s11135-014-0154-0>
- [12] อภินันท์ จุณกรณ์, ภรณ์ญา ปาลวิสุทธิ, และ มงคล รอดจันทร์. (2563). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับขนส่งผลิตผลทางการเกษตรสู่ตลาดชุมชนโดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ*, 6(1), 29-37. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/view/240339/164044>
- [13] นลินี อัครวิติตกุล, กิ่งแก้ว บุญสุข, และ นิตติภูมิ อัครวิติตกุล. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดทำบัญชีครัวเรือนแบบมีส่วนร่วมของกลุ่มกองทุนสวัสดิการชุมชนในจังหวัดนครราชสีมา. *Journal of Humanities and Social Sciences Thonburi University*, 14(1), 55-67. http://www.thonburi-u.ac.th/Journal/Document/14-1/Journal14_1_5.pdf
- [14] วาริพิน มงคลสมัย. (2561). การพัฒนาบัญชีครัวเรือนของชนเผ่าม้ง. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 6(3), 48-57. <file:///C:/Users/Admin/Downloads/156332-Article%20Text-426064-1-10-20181120.pdf>
- [15] วาริพิน มงคลสมัย. (2562). การจัดทำบัญชีครัวเรือนของประชาชนในตำบลห้วยทราย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 14(50), 13-18.
- [16] Hosaka, T. (2019). Bankruptcy prediction using imaged financial ratios and convolutional neural networks. *Expert systems with applications*, 117, 287-299. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.09.039>
- [17] Tsai, Y. C., Chen, C. Y., Ma, S. L., Wang, P. C., Chen, Y. J., Chang, Y. C., & Li, C. T. (2019). FineNet: A joint convolutional and recurrent neural network model to forecast and recommend anomalous financial items. In *RecSys 2019 - 13th ACM Conference on Recommender Systems* (pp. 536-537). (RecSys 2019 - 13th ACM Conference on Recommender Systems). Association for Computing Machinery, Inc. <https://doi.org/10.1145/3298689.3346968>
- [18] Bhandari, A., Mammadov, B., & Thevenot, M. (2018). The impact of executive inside debt on sell-side financial analyst forecast characteristics. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 51(2), 283-315. doi: [10.1007/s11156-017-0671-8](https://doi.org/10.1007/s11156-017-0671-8)